

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-215625  
 (43) Date of publication of application : 24. 08. 1993

(51) Int. Cl. G01L 5/00  
 G01L 1/14  
 G06F 3/03

(21) Application number : 04-267355 (71) Applicant : XEROX CORP  
 (22) Date of filing : 06. 10. 1992 (72) Inventor : RICHARD G STERNS

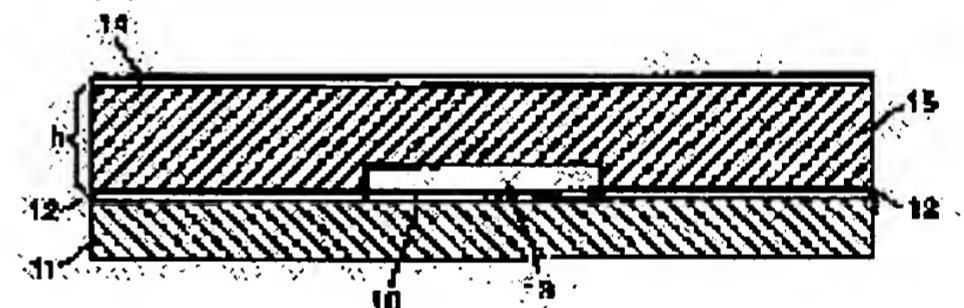
(30) Priority  
 Priority number : 91 779757 Priority date : 15. 10. 1991 Priority country : US

## (54) CAPACITIVE TACTILE SENSOR ARRAY

## (57) Abstract:

PURPOSE: To provide an improved type tactile sensor array of high space resolution which can be easily manufactured at a large scale, by providing a substrate which comprises the first surface and an electronic integrated circuit formed on the first surface.

CONSTITUTION: A thin film of a conductive material such as metal is provided in an area of a substrate 11 constructed of a dielectric material, thus a plate 10 for a capacitor is formed. On the surface of the substrate 11, a large scale electronic circuit 12 is formed. The shape of the area on the plate 10 is rectangular, and, when required, coated with a thin dielectric body 13. A deformable thin conductive film 14 is provided, with a gap (h), above the substrate 11, and since the film 14 is deformable, it is displaced or bent in the direction of the substrate 11 according to a pressure from above and a capacity increases locally due to the deformation. In order to measure changes in capacity, for, for example, each capacitive sensor on an array, the plate physically held on the substrate 11 is kept always at an earth voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) ; 1998, 2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

**[Claim 1]** The capacitive tactile sensor array characterized by providing the following. The substrate which has the 1st front face. They are two or more 1st capacitor electrodes which have the accumulation electronic circuitry formed on the 1st front face of the above and by which the aforementioned circuit was \*\*\*\*(ed). Input/output terminal. It is the terminal voltage which it had the active electronic device which connects the aforementioned 1st capacitor electrode to the aforementioned input/output terminal, respectively, and the 2nd capacitor electrode means \*\*\*\*(ed) from the 1st front face of the above, and the aforementioned 2nd capacitor electrode means has two or more aforementioned 1st capacitor electrodes and the electric conduction field which aligned, formed two or more sensor capacitors, and was further connected to the aforementioned 2nd capacitor electrode means.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the capacitive tactile sensor array using the large-scale electronic instrument. Moreover, this invention relates to the method of making the output according to the pressure applied to the element of the capacitive sensor of the aforementioned array.

[0002]

[Description of the Prior Art] The interface of a computer and a nature including human being is still imperfect in many points. Many of some input media or interface media are not necessarily constituted now so that it can be specially used by various methods, i.e., a natural method. For example, the special pen which restricted the quality and the amount of an information input through the above-mentioned medium (line with simple uniform width of face and intensity) because it was required is used for digitizing a tablet in many cases. Under some conditions, although such an input unit is also suitable, the interface by the more general tactile sense in many cases is desirable.

[0003] The tactile sensor, i.e., the sensor which has the transducer which changes pressure information (contact information) into an electrical signal, is already manufactured based on some physical principles. There are some which measure the local force applied to a base using a piezoresistance, piezoelectricity, or capacitive detection in these sensors. For a capacitive tactile sensor array, it is also the 5,016,008th for it to be indicated by many U.S. patent specifications and to mention as an example. A number specification and the 4,731,694th A number specification and the 4,740,781st A number specification and the 4,431,882nd A number specification and the 4,614,937th There is a number specification etc. Since these well-known equipments generally do not have a detailed spatial resolving power but the passive address system is being used for them, they need to carry out addressing of the conductor on two substrates which need alignment. Especially, it is the U.S. patent 4,614,937th. In the case of the equipment indicated by the number specification, it makes it difficult to manufacture the large-scale sensor array which has resolution between altitude. Furthermore, in the case of a well-known capacitive sensor array, it is difficult to offer the output according to the grade of the pressure applied to a capacitive sensor pad.

[0004] The design of a large number which make the array of a capacitive cell is described in many reference. (For example) "A High-Performance Silicon Tactile Imager Based on a Capacitive Cell", K.Chun, and KD.Wise, IEEE Transactions on Electron Devices, and ED-32 (7), PP.1196-1201; (1985) "A 1024-Element High-Performance Silicon Tactile Imager", K.Suzuki, K.Najafi, and K.D.Wise, IEDM, and PP.674-677 (1988); "128 x 128 Deformable Mirror Device", L.J.Hornbeck, IEEE Transactions on Electron Devices, and ED-30 (5), pp.539-545; (1983) "Deformable mirror device spatial light modulators and their applicability to optical neural networks" D.R.Collins, et al. Applied Optics, 28 (22), It is reference about pp.4900-4913 etc. (1989). With the mirror equipment (DMD) which can deform, two or more voltage is applied to one plate of each capacitive cell (each electrode on a glass substrate), a bridge or a cantilevered suspension object is made to transform, and the incident ray to an array is scattered. However, it is not proved yet that these equipments can manufacture on a large scale.

[0005]

[Summary of the Invention] The purpose of this invention is easy to manufacture on a large scale, and it is to offer the advanced tactile sensor array which has resolution between altitude. According to this invention, a large-scale electronic instrument is used for manufacture of a two-dimensional tactile sensor array. The sensor array which measures capacity especially is used. Mainly, by change of the physical parameter (especially the thickness of bridge structure and the bulk-modulus of an elastomer) of sensor structure, the array of this invention can adjust the sensitivity to the force, and can also offer resolution between altitude.

[0006] Two or more TFT (TFT), 1, or two or more simple amplifier are used for reading of the mechanical load added to a sensor. The general layouts of an array are easy to be what is seen by the driver array of a liquid crystal display, and a similar thing in some points. for example, transparent -- when using a conductor, it is also possible for a two-dimensional optical scan array or -- to combine a liquid crystal display for the above-mentioned sensor used by this invention, and to manufacture a very powerful interface device based on a large-scale electronic instrument

[0007] If it says briefly, according to this invention, a capacitive tactile sensor array has the substrate which has the 1st front face, and the electronic integrated circuit formed on this 1st front face. two or more 1st capacitor electrodes by which this circuit was \*\*\*\*(ed), an input/output terminal, and the plate of the aforementioned capacitor -- each -- the aforementioned I/O -- it has the active electronic device combined with a conductor The 2nd capacitor electrode means is \*\*\*\*(ed) from the 1st front face of the above, it has two or more aforementioned 1st capacitor electrodes and the conductive field which aligns, and two or more sensor capacitors are formed. The terminal voltage is connected to the aforementioned 2nd capacitor electrode means.

[0008] According to another feature of this invention, a capacitive tactile sensor array has two or more capacitive sensors which have the 1st electrode and the 2nd electrode, respectively, an integrating-amplifier means, \*\*\*\*\*, a means to connect the aforementioned sensor electrode to the aforementioned voltage source and the aforementioned integrating-amplifier means

alternatively, and a means to connect the 2nd electrode of the above to one terminal of fixed potential in common. Another feature of this invention is in the method of detecting the pressure applied to the sensor capacitor of the tactile-sense array which has the matrix of two or more 1st capacitor plates arranged in the shape of a matrix. The 1st capacitor plate collaborates with 2nd at least one capacitor, and forms the capacitor electrode for sensors. The method of depending on this example has the process which charges one line of a sensor capacitor, and the process which discharges for an integrating-amplifier means alternatively from the aforementioned sensor capacitor. The output of amplifier brings the result with the thing corresponding to the pressure applied to the sensor capacitor of each line.

[0009]

[Example] The sensor array by this invention consists of two big portions. That is, it is with the electronic circuitry for carrying out the address to the element of (1) array, and reading change of the capacity of each sensor cell, and the array which consists of each sensor cells, such as (2) capacitive sensor. First, a sensor cell is explained.

[0010] In order to manufacture a capacitive sensor element according to one example of a capacitive sensor element this invention, as shown in drawing 1, the thin film of conductive material, such as a metal, is prepared on the field of the substrate 11 which consists of dielectric material, such as glass, and the plate 10 of a capacitor is formed. This is performed by carrying out metallic coating of the field of the request for example, on a substrate. Moreover, the large-scale electronic circuitry 12 is formed in the front face of a substrate 11. The configuration of the field of a plate 10 is a rectangle, and in order to protect a metal from contact electrification or chemical etching, it is covered with the thin dielectric 13 if needed.

[0011] In the array of drawing 1, the thin conductive film 14 which can deform keeps only an interval h above the glass substrate 11 by which metallic coating was carried out, and is prepared in it. As technology of isolating a film 14 from a plate 10, there is a method of making the elastomer material of thickness h adhere to a glass substrate. Since it can deform, according to the pressure from the upper part, it displaces in the direction of a substrate, or the conductive film 14 is bent. By this deformation, capacity increases locally. By the capacitor formed by this method, the capacity of a capacitor relates to the dielectric constant of an elastomer. Deformation arises with the pressure applied to an elastomer, and capacity changes with these deformation. Although a plate 10 and a film 14 can also be arranged to the pattern corresponding to the array of the conductive pad (capacity coupling which is not desirable is decreased) of the shape of an adjusted rectangle, it is also possible to make a film 14 continue and not to patternize more simply.

[0012] The structure shown in drawing 1 has the fault of being accompanied by the hysteresis effect peculiar to an elastomer. That is, it gets worse, so that volumetry stability cannot be received depending on the case. Structure where the capacitive sensor element used for the capacitive pressure survey by the sensor array of this invention is another is shown in drawing 2 in graph. This sensor consists of different capacitors from the composition of drawing 1 in the point of having the opening layer 16 formed in the field of the conductive pad which is surrounded by dielectric materials 17 in a longitudinal direction, and is demarcated with a plate 10. Isolation arrangement of the plate 10 in the external field of a sensor element and a film 14 is performed by inserting material 17. If material 17 is suitable dielectric materials, it is good anything.

[0013] Furthermore, with another structure, as shown in drawing 3, it replaces with the bridge structure shown in drawing 1 and drawing 2 (the upper top film 14 of a plate 10 is carrying out the "bridge" of the upper surface of the opening layer 16), and the cantilevered suspension of top film 14' is carried out in the field of the opening layer 16. That is, a film is caudad bent towards a plate 10 with the pressure applied to a cantilevered suspension field. In this structure, it is desirable to form the thin dielectric layer 13 on a plate 10, and to protect a plate from contact electrification or chemical etching.

[0014] About the general property of the aforementioned sensor structure, h and the effective field of a capacitor are set [ the thickness of top film material ] to A for the interval of d, a plate, and top film material. since it is easy -- a capacitor -- length [ of one side ] a -- almost -- the shape of a square -- it is -- supposing -- area Aa<sup>2</sup> of a capacitor it is . There are some elements which restrain the value of these geometric-like parameters. It is that the spatial resolving power of a sensor array determines A (or a) in the first place. The capacity of the capacitive cell in the state where second a load is not applied is that to be a predetermined value is demanded. For example, the spatial resolving power of a sensor array is made desirable [ that it is a about ]. At this time, the capacity C in the state where a load is not applied is as follows.

[0015] C=epsilon 0 a<sup>2</sup> / conventionally [ h ], the resolution of the tactile sensor on the basis of capacitive measurement was -1mm about, when C was the capacity of -1pF. This means that h is 5 micrometers to 10 micrometers. A bridge deforms only 2 for about h/thickness d of a bridge with a maximum load, and it is chosen so that capacity may do the increase in simultaneously 100 % of with this maximum load. This type of comparatively large-sized bridge is formed using the silicon wafer with which it \*\*\*\*\*ed, and a glass substrate adheres to this silicon wafer electrostatic.

[0016] Moreover, a sensor array which has a more advanced spatial resolving power (for example, 100 microns) is desired. In this case, the capacity of each sensor cell is -0.1pF. When it is desirable that it is 1pF of shells, a gap h needs to be about 1 micron or less than 1 micron. This type of structure is manufactured by the method similar to the method used for the structure of the mirror device which can deform (it mentioned above).

[0017] By spreading the thin polymer to which metallic coating of [ on the grid construction manufactured on the glass substrate ] was carried out, form width is -100. The capacitor which has a 1/several microns opening layer by the micron can be manufactured. Or the capacitor of this size can also be made from the bridge and cantilevered suspension object with which a large number became independent. In this case, the flare of each bridge structure is [ whether it is small and ] dozens of microns. The array which consists of such small bridge structure or cantilevered suspension structure is constituted by the sensor cell unit of a desired size (for example, 100 mumx100 mum), and parallel connection of each structure is carried out electrically. with the present technology which constitutes bridge structure or cantilevered suspension structure, the well which is not easy, and performing parallel connection in this way need to obtain the width of face equivalent to the gap ratio required of a single sensor (for example, 100 mumx100 mumx0.5 mum) In this bridge structure or cantilevered suspension structure, the thickness of a conductive bridge material is chosen so that gap thickness h of a capacitor may change suitably (for example, 50 - 100%) and may distort with the maximum load predicted. Even if this bridge structure or cantilevered suspension structure is the case where a maximum load is applied, being constituted so that it may

contact mutually is desirable, without damaging the electrode of a capacitor (when the protection film 13 not existing). [0018] Or about the structure of a sensor element, you may manufacture the element whose size of the can change a pressure into capacity and corresponds with the resolution of a request of a sensor array using a micromachining technology (ultra-fine processing technology). For example, if micro machine structures, such as a spring and a slider, are used, not only the size of the applied force but its direction can be measured (for example, refer to "Integrated Movable Micromechanical Structures for Sensors and Actuators", L.Fan, Y.Tai and R.S.Muller, IEEE Transactions on Electric Devices, 35 (6), and pp.724-730 (1988)).

[0019] The parts of an electronic-circuitry large-scale electronic instrument are keys which manufacture the tactile sensor array covering a large area by this invention. In order to measure change of the capacity about the two dimensional array of the sensor of the above-mentioned type, there are many possible methods. As an example, it is possible about each capacitive sensor on an array to always maintain the "plate" physically held on the glass substrate (for example, bridge support and estramer) on grounding voltage. [0020] One example by this invention of the equipment which measures the capacity of a sensor under this assumption is shown in drawing 4 . Drawing 4 is the schematic diagram of the circuit used for the large-scale electronic circuitry 12 shown in drawing 3 from drawing 1 , and this circuit is prepared by the Prior art on the dielectric substrates 11, such as glass. Although the capacity plate 10 is illustrated as an electric conduction field of the square which demarcates the bottom plate with which metallic coating of the sensor was carried out, it is clear. [ of this invention not being what is limited to the capacitor plate of this form ] A circuit has two or more line lines 21 and 22, 23 grades and the train line 30, and 31 grades. The line lines 21 and 22 and 23 grades are connected to the gate of independent TFT 40 (TFT). The drain of this transistor is connected to the capacitor plate 10, and the source is connected to the train lines 30 and 31 of each train. The train lines 30 and 31 are connected to the drain of independent TFT 41. The gate of this transistor 41 is connected to the common line 24, and the source is connected to the right voltage supply line 26. Furthermore, the train lines 30 and 31 are connected to the source of independent TFT 42, and the gate of this transistor 42 is connected to the common line 25. The drain of a transistor 42 is connected to the input of the independent integrating amplifiers 50 and 51. Amplifier 50 and 51 has the feedback circuit which consists of the integrating capacitors 52 and 53 which intervene between the source-drains of independent TFT 43, respectively. The gate of this transistor 43 is connected to the common line 27.

[0021] The address to a sensor is performed through these line lines and a train line. For example, reading of a capacitor is performed by charging the predetermined line of a capacitor first at voltage V (about 10 V). This is performed by making the line 24 of drawing 4 into highness, and making a line 25 into a low, as the time t1 of drawing 5 is shown. One of the line gate lines 21 and 22 and 23 grades is made into highness at the time t2 of drawing 5 , and all the capacitors of the line are charged by the potential V of a line 26. In this charge process, the RISSETTO line 27 is maintained by highness, the integrating capacitors 52 and 53 in each train of a sensor short-circuit it, and the output from each train is maintained by grounding potential (namely, output of each amplifier 50 and 51).

[0022] If the line of the capacitor by which the address was carried out is charged to voltage V, it is TFT of the line. A turn-off is carried out (that is, the line gate lines 21 and 22 or 23 becomes a low in the time t3 of drawing 5 ). And although a line 24 becomes a low in time t4, a line 25 becomes highness simultaneously with it. Waiting for time is performed until the potential of the metal line corresponding to the train address circuit eases to grounding potential. And the reset line 27 becomes a low in time t5, and the current to the input of future amplifier will charge each integrating capacitor. Next, the same line gate line becomes highness in the time t6 of drawing 5 . The line of the charged capacitor discharges on the substantial ground connected to the input of amplifier. Integrating capacitors 52 and 53 are shortly charged by this. If a sensor capacitor discharges completely, the charge which was required to give potential V to a sensor capacitor train will be measured directly by the potential difference between capacitors 52 and 53. The capacity of the sensor [ charge / this / Q / Charge / Q ] capacitor at the time of charge since it is equal to the product of potential V and sensor capacity is measured directly. If the effect of the overlap capacity between a line line and a train line is negated, most potentials of the net between the capacitors 52 and 53 accompanying the switching signal transmitted to a line gate line will be lost. Therefore, the capacity of the sensor of a line by which the address of the two dimensional array was carried out is measured by reading the potential of an input of each amplifier. Since each capacity value is the function of the interval h between the plates of each sensor capacitor, this capacity value becomes what reflected directly the mechanical load added to a sensor. The processing mentioned above is repeated also in the following cycle which carries out the address separately about other lines of a sensor.

[0023] The amplifier 50 and 52 shown in drawing 4 may be well-known various operational amplifiers. Such a circuit can be manufactured on the array which used contest polysilicon. moreover -- or this amplifier may be a part of independent circuit of crystal silicon Instead of using the amplifier which became independent about each train line, it is also possible to give amplifier single about two or more train lines, and to perform switch INGU in each sensor cell located in a line with one line with this amplifier one by one (that is, it becomes a thing similar to scanning array structure in this case). However, in the case of the latter, reading of the data from a two dimensional array becomes comparatively late.

[0024] The alteration of a previous circuit is shown in drawing 6 . The line of dummy sensor 10' is added in this circuit. In the state where a load is not added, although it is the same capacity as other sensors, this dummy sensor is manufactured so that it may not react to a pressure. This becomes possible by enlarging bridge thickness of for example, a dummy sensor extremely. As shown in drawing 6 , in case the line of the usual sensor discharges, the line of this dummy sensor is manufactured so that it may charge to potential V through line 30' and TFT 41'. Moreover, when the usual sensor charges to potential V, a dummy sensor discharges to grounding potential. totaling the current from all the usual predetermined sensors, and the current from the dummy sensor of each same train in a predetermined line -- difference -- measurement is performed When the capacity in the state where the load of the usual sensor in a predetermined train is not added is equal to the capacity of the dummy sensor in the train, the potential read between integrating-capacitor 51' becomes a thing in direct proportion to change of the capacity by the mechanical load of the sensor by which the address was carried out. this difference -- a measurement array is useful also to negating the influence of a parasitic capacitance

[0025] The top "a plate" (namely, bridge supporting structure) of a capacitor is divided into the independent line or the independent train, and when the composition which carries out the address independently is taken, the switching circuit of drawing 4 and drawing 6 is simplified a little, although manufacture becomes difficult. About the similar point on the structure of a deformation mirror display and the capacitive array of this invention, it is just going to be pointed out from before. However, even if it charges the line of the

sensor capacitor of this invention, unlike the case of a deformation mirror display, remarkable deformation of a sensor capacitor is not produced. This effect is based on the scale's of electrostatic force. The electrostatic force per unit field between the parallel plates whose intervals are two sheets of  $h$  is  $\text{force} / \text{field} = \epsilon_0 V^2 / 2h^2$ . It is described. For  $V$ ,  $d$  is 0.5 at 10V. If it becomes, the force/field will be about  $2 \times 10^3$ . It is Newton / m<sup>2</sup>. About 1g / of typical loads in capacitive detection is [ mm ]<sup>2</sup> (namely, about 105 Newton / m<sup>2</sup>). Therefore, compared with the typical load by which electrostatic force is measured, the small thing is clear and the deformation by electrostatic force can be disregarded by designing a capacitor appropriately.

[0026] It is desirable to cover the front face of a sensor with a "skin" and to protect capacitive structure from mechanical / chemical injury. This protection coating must have a size and a physical property to which the spatial resolving power of a sensor is not reduced remarkably. Thus, this invention offers the capacitive tactile sensor array using the large-scale electronic instrument which consists of an amorphous silicon, contest polysilicon, etc. The array by this invention is effective as interfaces for giving the information about contact by the advanced spatial resolving power, and the input unit to a computer, the parts of interactive-mode media, or a computer perceiving the state of a nature, such as in for example, the case of robotics etc.

[0027] Of course, the flexible thing of the structure by this invention may not be flat, either, and you may be the both sides. Although this invention has been described about a single example, it is clear that change and an alteration can be performed about this. Therefore, a claim includes these change and alterations that are included in the pneuma and the range of this invention.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the cross section showing the structure of the capacitive sensor element used for the sensor array of this invention in the state where the pressure is not received.

[Drawing 2] It is the cross section showing structure where the capacitive sensor element used for the sensor array of this invention in the state where the pressure is not received is another.

[Drawing 3] It is the cross section showing still more nearly another structure of the capacitive sensor element used for the sensor array of this invention in the state where the pressure is not received.

[Drawing 4] It is the schematic diagram of the circuit used for the sensor array of this invention.

[Drawing 5] It is the timing diagram which shows one mode of an operation of the circuit of drawing 4.

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing the alteration of the circuit of drawing 4.

**[Description of Notations]**

10 Capacitor Plate

11 Dielectric Substrate

12 Large-scale Electronic Circuitry

13 Dielectric Layer

14 14' Conductive film

15 Elastomer Material

16 Opening Layer

17 Dielectric Materials

21, 22, 23 Line line

24, 25, 27 Common line

26 Right Voltage Supply Line

30 31 Train line

40, 41, 42, 43 TFT (TFT)

50 51 Amplifier

52 53 Integrating capacitor

---

[Translation done.]

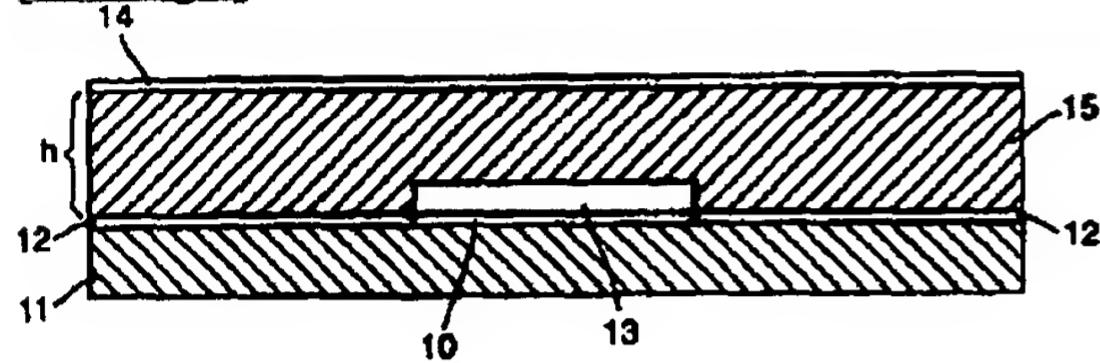
## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

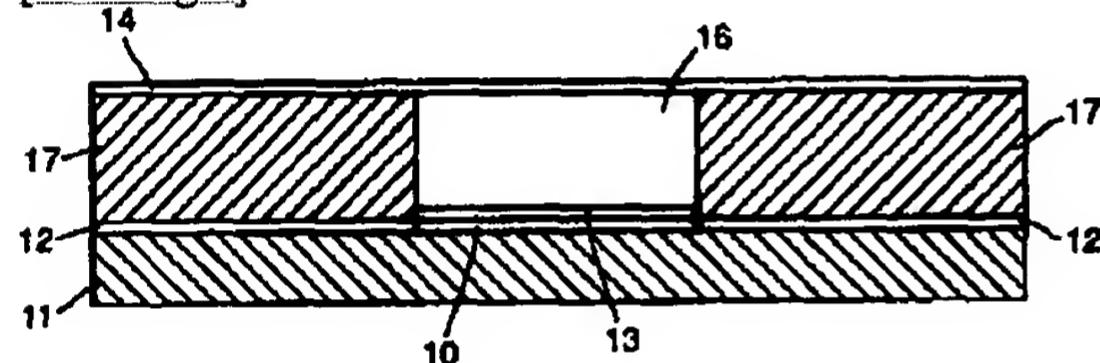
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

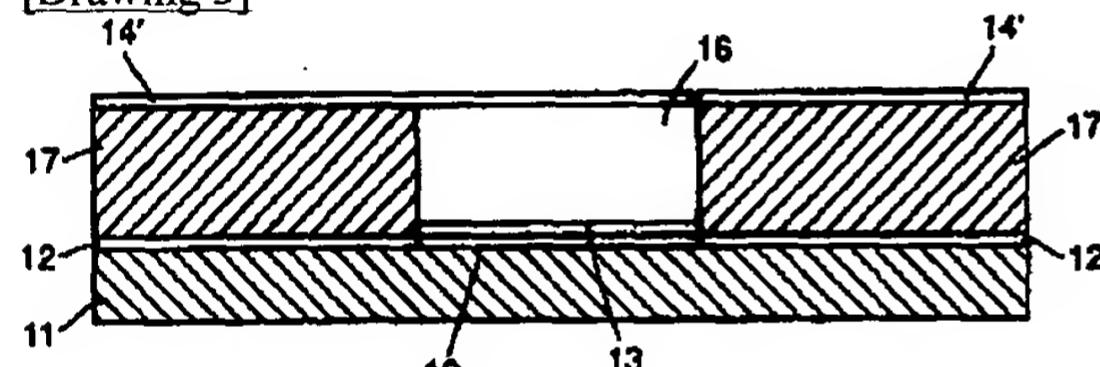
[Drawing 1]



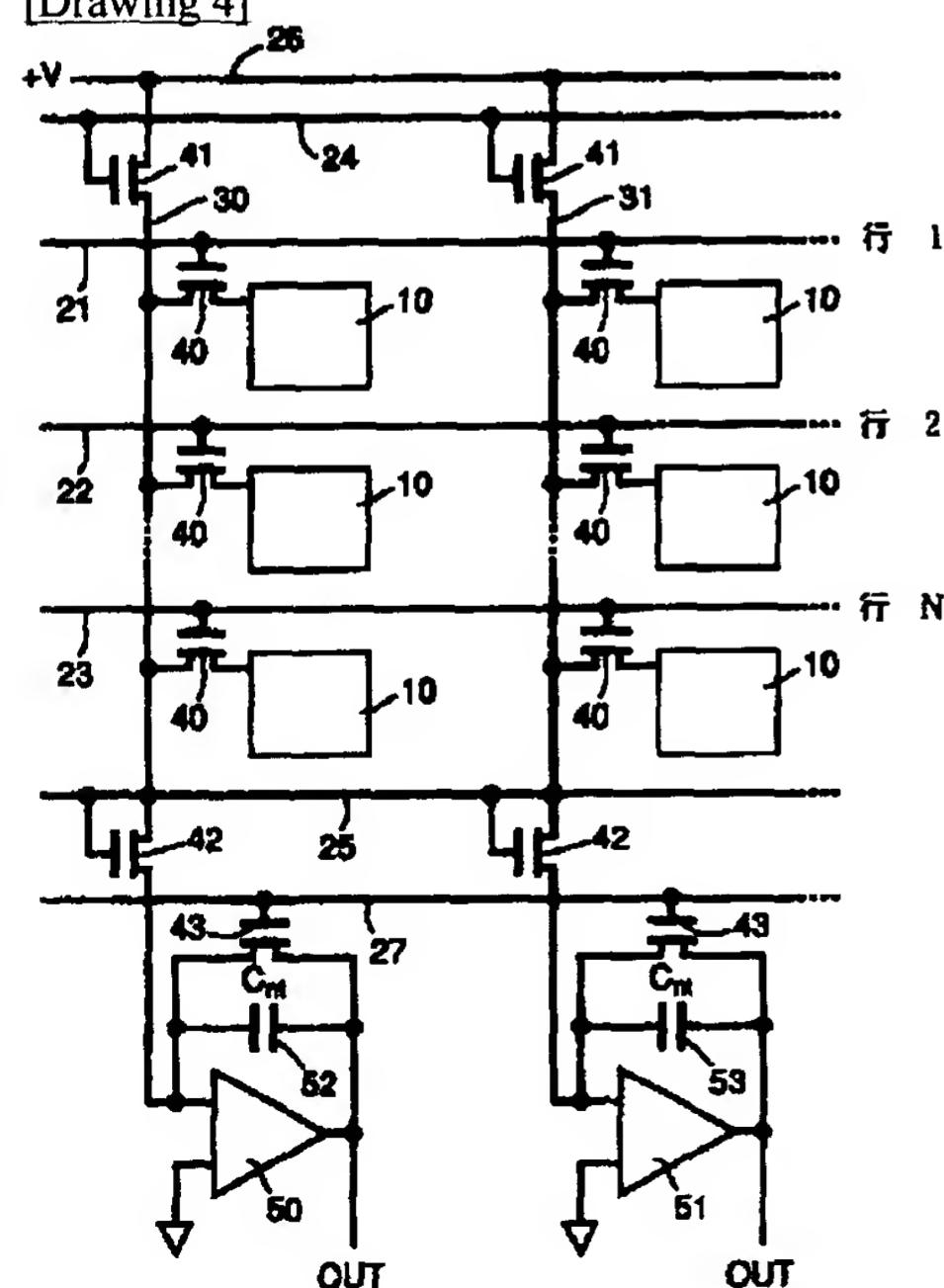
[Drawing 2]



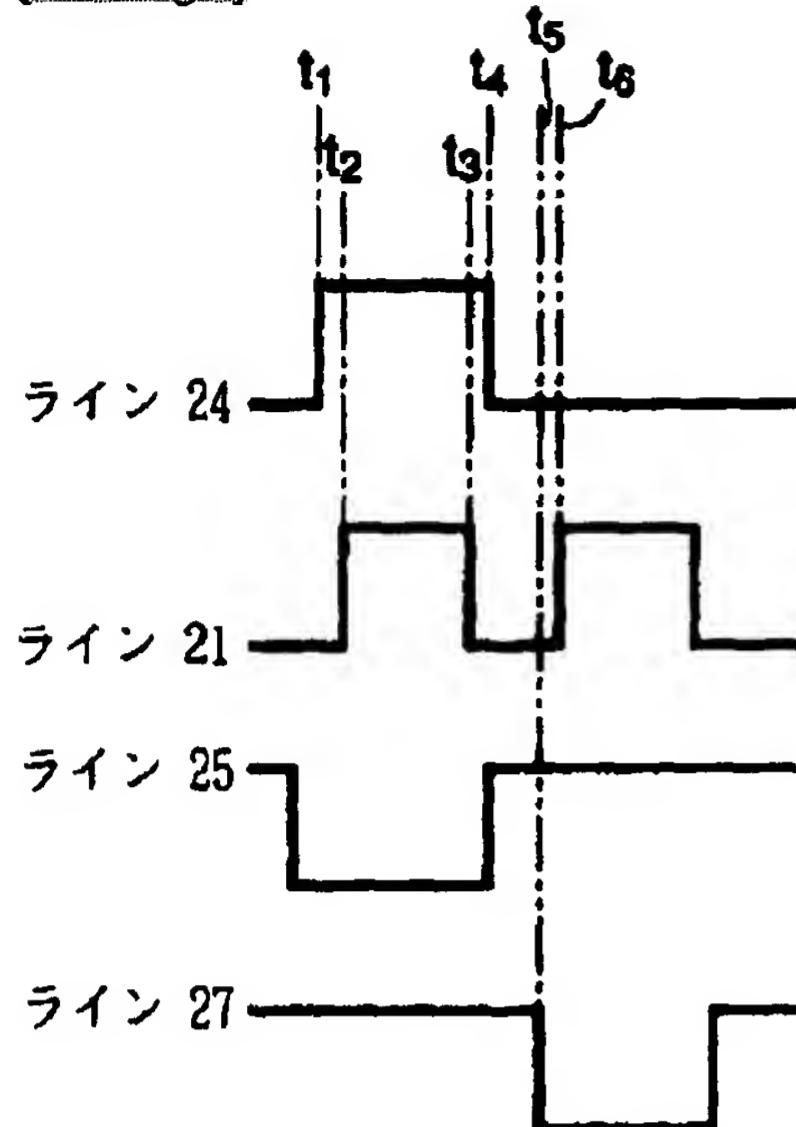
[Drawing 3]



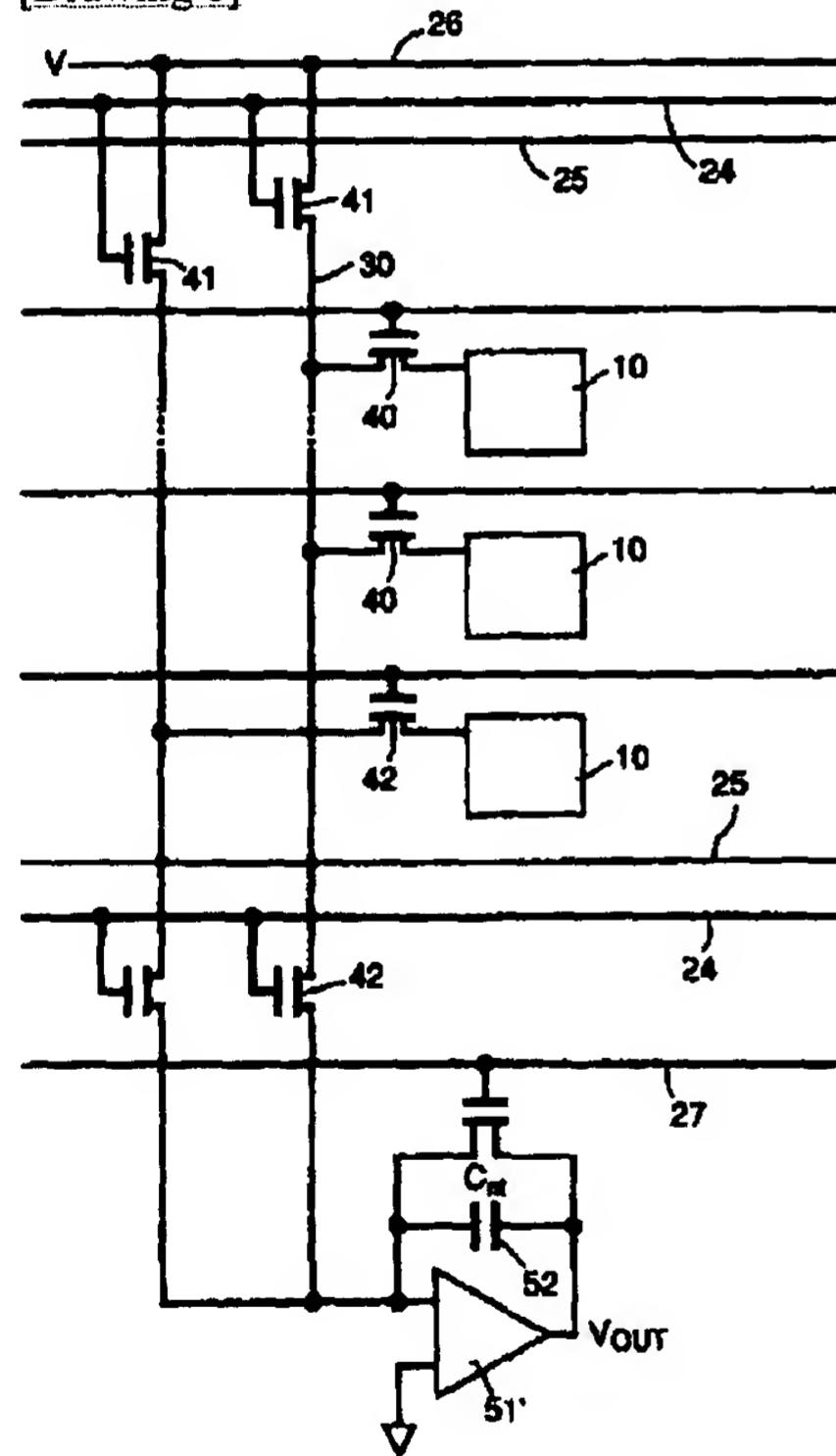
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-215625

(43)公開日 平成5年(1993)8月24日

(51)Int.Cl<sup>5</sup>

G 01 L 5/00  
1/14  
G 06 F 3/03

識別記号 序内整理番号

101 Z 8505-2F  
A 9009-2F  
335 Z 7927-5B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全9頁)

(21)出願番号

特願平4-267355

(22)出願日

平成4年(1992)10月6日

(31)優先権主張番号

07/779757

(32)優先日

1991年10月15日

(33)優先権主張国

米国(US)

(71)出願人

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14644

ロチュスター ゼロックス スクエア

(普通なし)

(72)発明者

リチャード ジー スターンズ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94040 マウンテン ヴィュー シャワー

ス ドライヴ イ-243-49

(74)代理人

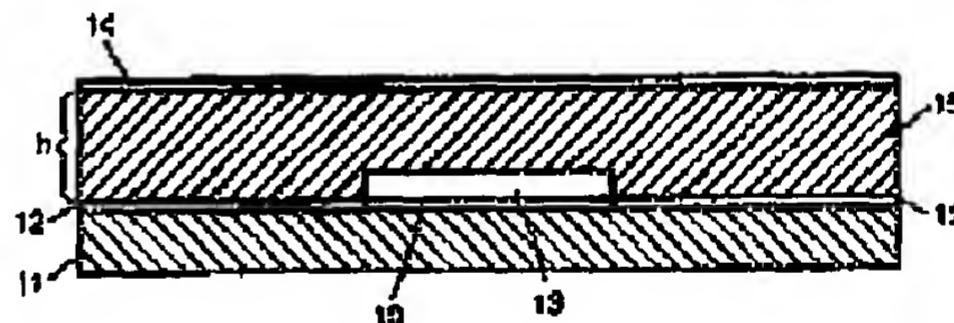
弁理士 中村 精 (外6名)

(54)【発明の名称】 容量性触覚センサアレイ

(57)【要約】

【目的】 大規模に製造することが容易で、高精度な空間分解能を有する容量性触覚センサアレイを提供する。

【構成】 誘電体基板上に容量性プレートと大規模電子装置を設けて、容量性触覚センサを形成する。導電性フィルムが容量性プレートと間隔を置いて設けられており、センサコンデンサのもう一方のプレートを形成している。大規模電子装置は、各センサコンデンサに加えられる圧力に応じた出力を与える回路を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1表面を有する基板と、前記第1表面上に形成された集積電子回路とを有し、前記回路は、隔離された複数の第1コンデンサ電極と、入出力端子と、前記第1コンデンサ電極を前記入出力端子にそれぞれ接続する能動電子素子と、前記第1表面から隔離された第2コンデンサ電極手段とを有し、前記第2コンデンサ電極手段は、複数の前記第1コンデンサ電極と整列した導電領域を有し、複数のセンサコンデンサを形成しており。  
さらに、前記第2コンデンサ電極手段に接続された端子装置を有することを特徴とする容積性触覚センサアレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、大規模電子装置を利用した容積性触覚センサアレイに関する。また、本発明は、前記アレイの容積性センサの素子に加えられる圧力に応じた出力を作る方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 コンピュータと、人間を含む自然界とのインターフェイスは、多くの点において、未だ不完全なままである。現在ある入力媒体やインターフェイス媒体の多くは、特別に多様な方法、即ち自然な方法で使用できるように構成されているわけではない。例えば、タブレットをデジタル化するには、情報入力の質と量とを上記の媒体（一様な幅と強度の単純なライン）を通して必要なだけに制限した、特殊なペンを使用することが多い。ある条件の下では、この様な入力装置も適当であるが、多くの場合には、より一般的な触覚によるインターフェイスが望ましい。

【0003】 触覚センサ、即ち圧力情報（接触情報）を電気信号に変換するトランスシューサを有するセンサは、既に幾つかの物理原理に基づいて製造されている。これらのセンサには、ピエゾ抵抗、圧電気、あるいは容積性検知などを利用して基体に加えられる局所的な力を測定するものがある。容積性触覚センサアレイは、数多くの米国特許明細書に開示されており、例として挙げるだけでも、第5,016,008号明細書、第4,731,694号明細書、第4,740,781号明細書、第4,431,882号明細書、第4,614,937号明細書などがある。これらの公知の装置は、一般に微細な空間分解能をもたず、受動的なアドレス方式を使用しているため、整列を必要とする2枚の基板上の導体をアドレス指定する必要がある。特に、米国特許第4,614,937号明細書に記載された装置の場合は、高空間分解能を有する大規模センサアレイを製造するのを困難にしている。更に、公知の容積性センサアレイの場合、容積性センサパッドに加えられる圧力の程度に応じた出力を提供することが困難である。

## 【0004】 容積性セルのアレイを作る多数の設計につ

いては、数多くの文献において述べられている。（例えば、“A High-Performance Silicon Tactile Imager Based on a Capacitive Cell”, K. Chun, and K.D. Wise, IEEE Transactions on Electron Devices, ED-32 (7), pp. 1196-1201 (1985); “A 1024-Element High-Performance Silicon Tactile Imager”, K. Suzuki, K. Najaf 1, and K.D. Wise, IEDM, pp. 674-677 (1988); “128 x 128 Deformable Mirror Device”, L.J. Hornbeck, IEEE Transactions on Electron Devices, ED-30 (5), pp. 539-545 (1983); “Deformable mirror device spatial light modulators and their applicability to optical neural networks” D.R. Collins, et al., Applied Optics, 28(22), pp. 4900-4913 (1989)などを参照）。変形可能なミラー装置（DMD）では、各容積性セル（ガラス基板上の各電極）の1つのプレートに複数の電圧がかけられて、プリッジ又は片持ち支持体を変形させ、アレイへの入射光線を散乱させる。しかし、これらの装置が大規模に製造できることは、まだ実証されていない。

## 【0005】

【発明の概要】 本発明の目的は、大規模に製造することができる容易で、高空間分解能を有する改良型触覚センサアレイを提供することにある。本発明によれば、2次元触覚センサアレイの製造に大規模電子装置が用いられる。特に、容積の測定をするセンサアレイが利用される。本発明のアレイは、主としてセンサ構造の物理的なパラメータ（特に、プリッジ構造の厚さや、エラストマーの体積弾性率）の変更によって、力への感度を調節でき、高空間分解能も提供することができる。

【0006】 センサに加えられる機械的負荷の読み取りには、複数のTFT（薄膜トランジスタ）と1又は2以上の単純な増幅器が使用される。アレイの一般的なレイアウトは、幾つかの点において、液晶ディスプレイのドライバアレイに見られるものと類似したものでよい。例えば、透明導体を使用する場合などには、本発明で利用される前述のセンサを液晶ディスプレイを（あるいは2次元光学スキャナアレイとも）結合させ、大規模電子装置を基にして極めて強力なインターフェイス装置を製造することも可能である。

【0007】 簡潔に言えば、本発明によると、容積性触覚センサアレイは、第1表面を有する基板と、この第1表面上に形成された電子集積回路とを有する。この回路は、隔離された複数の第1コンデンサ電極と、入出力端子と、前記コンデンサのプレートを個々に前記入出力端子に結合する能動電子素子とを有する。第2のコンデンサ電極手段が、前記第1表面から隔離されており、複数の前記第1コンデンサ電極と整列する導電領域を有し、複数のセンサコンデンサが形成される。端子統括は、前記第2コンデンサ電極手段に接続されている。

【0008】 本発明の別の特徴によると、容積性触覚センサアレイは、第1電極及び第2電極をそれぞれ有する

複数の容置性センサと、積分増幅器手段と、充電圧源と、前記センサ電極を選択的に前記電圧源及び前記積分増幅器手段に接続する手段と、前記第2電極を共通に固定電位の1つの端子に接続する手段とを有する。本発明のもう1つの特徴は、行列状に配列された複数の第1コンデンサプレートのマトリックスを有する触覚アレイのセンサコンデンサに加えられる圧力を検知する方法にある。第1コンデンサプレートは、少なくとも1つの第2コンデンサと協働して、センサ用コンデンサ電極を形成する。本例による方法は、センサコンデンサの1行に充電する工程と、前記センサコンデンサから選択的に積分増幅器手段に放電する工程とを有する。その結果に、増幅器の出力は、各行のセンサコンデンサに加えられる圧力に対応したものとなる。

## 【0009】

【実施例】本発明によるセンサアレイは、2つの大きな部分から成る。即ち、(1)アレイの素子にアドレスして各センサセルの容置の変化を読み取るための電子回路と、(2)容置性センサなどの個々のセンサセルから成るアレイとである。先ず、センサセルについて説明する。

【0010】容置性センサ素子

本発明の一実施例によって容置性センサ素子を製造するためには、図1に示すように、金属などの導電性材料の薄い膜を、ガラスなどの誘電性材料から成る基板11の領域上に設けて、コンデンサのプレート10を形成する。これは、例えば、基板上の所望の領域を金属被覆することによって行われる。また、基板11の表面には、大規模電子回路12が形成される。プレート10の領域の形状は、長方形であり、接触部や化学腐食から金属を保護するために、必要に応じて薄い誘電体13で被覆されている。

【0011】図1の配列において、変形可能な薄い導電性フィルム14は、金属被覆されたガラス基板11の上方に間隔hだけ置いて設けられている。フィルム14をプレート10から離隔する技術として、厚さtのエラストマー材料をガラス基板に付着させる方法がある。導電性フィルム14は変形可能であるから、上方からの圧力に応じて基板方向に変位したり曲げられたりする。この変形によって、容置は局部的に増加する。この方法で形成されたコンデンサでは、コンデンサの容置は、エラストマーの誇音率に関連する。エラストマーに加えられる圧力によって変形が生じ、この変形によって容置が変化する。プレート10とフィルム14は、整合した長方形状の導電性パッド(遮ましくない容置結合を減少する)のアレイに対応したパターンに配置することもできるが、より単純に、フィルム14を連續させて、パターン化しないことも可能である。

【0012】図1に示す構造は、エラストマーに固有のヒステリシス効果を伴うという欠点を有する。即ち、場

合によっては、容置測定の安定性は受容できない程に悪化する。本発明のセンサアレイによる容置性圧力測定に使用される容置性センサ素子の別の構造を、図2及び図3に示す。このセンサは、横方向を誘電体材料17に囲まれ且つプレート10によって固定される導電性パッドの領域に形成された空隙層16を有する点において図1の構成と異なるコンデンサから構成される。センサ素子の外部領域でのプレート10とフィルム14の隔壁配置は、材料17を挿入することによって行われる。材料17は、適当な誘電体材料であれば何でもよい。

【0013】更に別の構造では、図3に示すように、図1及び図2に示すブリッジ構造に代えて(プレート10の上方の上側フィルム14は空隙層16の上面を「ブリッジ」している)、上側フィルム14'は、空隙層16の領域において片持ち支持されている、即ち、片持ち支持領域に加えられる圧力によって、フィルムはプレート10に向けて下方に曲げられる。この構造においては、プレート10の上に薄い誘電体層13を設けて、接触部や化学腐食からプレートを保護するのが望ましい。

【0014】前記センサ構造の一般的性質について、上側フィルム材料の厚さをd、プレートと上側フィルム材料の間隔をh、そしてコンデンサの実効領域をAとする。簡単のために、コンデンサを一辺の長さaのほぼ正方形状であるとすると、コンデンサの面積Aは $a^2$ である。これらの幾何的パラメータの値を制約する要索が幾つかある。第一に、センサアレイの空間分解能が、A(又はa)を決定することである。第二に、荷重をかけない状態での容置性セルの容置は、所定の値であることが要求されることである。例えば、センサアレイの空間分解能は、おおよそ $\mu\text{m}$ であるのが望ましいとされる。このとき、荷重をかけない状態での容置Cは、次の通りである。

$$[0015] C = \epsilon_0 \cdot a^2 / h$$

従来は、容置性測定を基礎とする触覚センサの分解能は、容置Cが~1 pFのとき、およそ~1 mNであった。このことは、hが $1\text{ }\mu\text{m}$ から $10\text{ }\mu\text{m}$ であることを意味する。ブリッジの厚さdは、最大荷重によってブリッジが約h/2だけ変形して、この最大荷重によって容置がほぼ100%増加するように選択される。このタイプの比較的大型のブリッジは、エッチングされたシリコンウェーハーを利用して形成され、このシリコンウェーハーは、静音的にガラス基板に付着される。

【0016】また、より高度な空間分解能(例えば100ミクロン)を有するセンサアレイが望まれる。この場合、各センサセルの容置が~0.1pFから1 pFであることが望ましいときは、ギャップtはおよそ1ミクロン又は1ミクロン未満である必要がある。このタイプの構造は、(前述した)変形可能なミラーテバイスの構造に使用される方法に類似する方法によって製造される。

【0017】ガラス基板上に製造されたグリッド構造の

5

上の金属被覆された薄いポリマーを展張することによって、横寸法が~100 ミクロンで数分の1ミクロンの空隙層を有するコンデンサを製造することができる。あるいは、この寸法のコンデンサを、多数の独立したブリッジや片持ち支持体から作ることもできる。この場合、各ブリッジ構造の並がりは、僅か数十ミクロンである。このような小さなブリッジ構造又は片持ち支持構造から成るアレイは、所望の寸法のセンサセルユニットに構成される（例えば、 $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ ）、各構造は電気的に並列接続される。ブリッジ構造又は片持ち支持構造を構成する現在の技術では、單一のセンサ（例えば、 $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m} \times 0.5 \mu\text{m}$ ）に要求されるギャップ比に相当する幅を得ることは容易ではないため、このように並列接続を行うことは必要である。このブリッジ構造又は片持ち支持構造においては、導電性ブリッジ材料の厚さは、予測される最大荷重によってコンデンサのギャップ厚さが適当に（例えば50%~100%）変化して歪曲するように選択されている。このブリッジ構造又は片持ち支持構造は、最大荷重をかけた場合であっても、（保護フィルム13が存在しない場合には）コンデンサの電極が破損することなく相互に接触するように構成されているのが好ましい。

【0018】あるいは、センサ素子の構造については、マイクロマシニング技術（微細加工技術）を利用して、圧力を容積に変換でき且つその寸法がセンサアレイの所望の分解能と一致する素子を製造してもよい。例えば、スプリングやスライダなどのマイクロマシン構造を利用すれば、加えられた力の大きさだけでなくその方向も測定することができる（例えば、“Integrated Movable Micro-mechanical Structures for Sensors and Actuators”, L. Fan, Y. Tai and R.S. Muller, IEEE Transactions on Electronic Devices, 35(6), pp. 724-730 (1988) 参照）。

#### 【0019】電子回路

大規模電子装置の部品は、本発明により、六面積にわたる触覚センサアレイを製造する鍵である。前述のタイプのセンサの2次元アレイに関する容量の変化を測定するために、数多くの可能な方法がある。一例として、アレイ上の各々の容量センサについて、ガラス基板上に物理的に（例えば、ブリッジ支持、エストラマーによって）保持された「プレート」を常に接地電圧に維持しておくことが考えられる。

【0020】この仮定の下でセンサの容量を測定する装置の本発明による一実施例を、図4に示す。図4は、図1から図3に示す大規模電子回路12に使用される回路の概要図であり、この回路は、ガラスなどの誘電体基板11の上に従来の技術によって設けられている。容量プレート10は、センサの金属被覆された下側プレートを固定する正方形の導電領域として図示されているが、本発明がこの形のコンデンサプレートに限定されるもので

6

ないことは明白である。回路は、複数の行ライン21、22、23等及び列ライン30、31等を有する。行ライン21、22、23等は、独立したTFT（薄膜トランジスタ）40のゲートに接続されている。このトランジスタのドレインは、コンデンサプレート10に接続されており、ソースは各列の列ライン30、31に接続されている。列ライン30、31は、独立したTFT 41のドレインに接続されている。このトランジスタ41のゲートは、共通ライン24に接続されており、ソースは正電圧供給ライン26に接続されている。さらに、列ライン30、31は、独立したTFT 42のソースに接続されており、このトランジスタ42のゲートは共通ライン25に接続されている。トランジスタ42のドレインは、独立した積分増幅器50、51の入力に接続されている。増幅器50、51はそれぞれ、独立したTFT 43のソースードレイン間に介在する積分コンデンサ52、53から成るフィードバック回路を有する。このトランジスタ43のゲートは、共通ライン27に接続されている。

【0021】センサへのアドレスは、これらの行ライン及び列ラインを通じて行われる。例えば、コンデンサの読み取りは、コンデンサの所定の行を電圧V（およそ10V）に最初に充電することによって行われる。これは、図5の時間tにおいて示されるように、図4のライン24をハイにして、ライン25をローにすることによって行われる。行ゲートライン21、22、23等のうちの1つは、図5の時間tにハイにされて、その行のすべてのコンデンサがライン26の電位Vにまで充電される。この充電工程において、リセットライン27はハイに維持されたままであり、センサの各列にある積分コンデンサ52、53が短絡されて、各列からの出力は接地電位（即ち、各増幅器50、51の出力）に維持される。

【0022】アドレスされたコンデンサの行が、電圧Vまで帶電されると、その行のTFTはターンオフされる（即ち、行ゲートライン21、22又は23は、図5の時間tにおいてローになる）。そして、ライン24は時間tにおいてローになるが、それと同時にライン25はハイになる。列アドレス回路に対応した金属ラインの電位が、接地電位に緩和するまで、時間待ちが行われる。そして、リセットライン27は時間tにおいてローになり、以後の増幅器の入力への電流は、それぞれの積分コンデンサを充電することになる。次に、同じ行ゲートラインは、図5の時間tにおいてハイになる。充電されたコンデンサの行は、増幅器の入力に接続された実質的な地面に放電される。これによって、今度は、積分コンデンサ52、53が充電される。センサコンデンサが完全に放電すると、コンデンサ52、53の間の電位差によって、センサコンデンサ列に電位Vを与えるのに必要な電荷が直接測定される。この電荷Qは、電位Vとセンサ容量との積に等しいため、電荷Qによって、充電

時におけるセンサコンデンサの容量が直接測定される。行ラインと列ラインの間のオーバーラップ容量の効果が打ち消されると、行ゲートラインに送信されるスイッチング信号に伴うコンデンサ52、53の間の正味の電位は、殆ど無くなる。従って、2次元アレイのアドレスされた行のセンサの容量は、各増幅器の入力の電位を読み取ることによって測定される。各容量値は、各センサコンデンサのプレート間の間隔 $h$ の関数であるため、この容量値は、センサに加えられる機械的負荷を直接に反映したものとなる。上述した処理は、センサの他の行について別個にアドレスする次のサイクルにおいても繰り返される。

【0023】図4に示す増幅器50、52は、周知の様々な演算増幅器であってもよい。このような回路は、ポリシリコンを使用したアレイ上に製造することができる。また、あるいはこの増幅器は、独立した結晶シリコンの回路の一部であってもよい。各列ラインについて独立した増幅器を使用する代わりに、複数の列ラインについて単一の増幅器を与えて、この増幅器によって1行に並んだ各センサセルに順次スイッチングを行うことも可能である（即ち、この場合は、スキャンアレイ構造に類似したものとなる）。しかし、後者の場合には、2次元アレイからのデータの読み取りは比較的遅くなる。

【0024】図6に先の回路の改変を示す。この回路では、ダミーセンサ10'の行が追加されている。このダミーセンサは、荷重を加えない状態では他のセンサと同じ容量であるが、圧力に対して反応しないように製造されている。これは例えば、ダミーセンサのブリッジ厚さを極めて大きくすることによって可能となる。このダミーセンサの行は、図6に示すように、通常のセンサの行が放電する際に、ライン30'とTFT 41'を介して電位Vまで充電するように製造されている。また、通常のセンサが電位Vまで充電した際には、ダミーセンサは接地電位まで放電する。所定の行において所定の通常のセンサすべてからの電流とそれぞれの同じ列のダミーセンサからの電流とを絞りすることによって、差分測定が行われる。所定の列における通常のセンサの荷重を加えない状態での容量が、その列におけるダミーセンサの容量に等しい場合には、積分コンデンサ51'の間で読み取られる電位は、アドレスされたセンサの機械的負荷による容量の変化に正比例したものとなる。この差分測定配列は、寄生容量の影響を打ち消すのにも役立つ。

【0025】コンデンサのトップ「プレート」（即ち、ブリッジ支持構造）を独立した行又は列に分離して、独立にアドレスする構成をとった場合には、図4及び図6のスイッチング回路は、製造が困難になるものの、幾分簡素化される。変形ミラーディスプレイと本発明の容量性アレイとの構造上の類似点については、以前から指摘されているところである。しかし、本発明のセンサコンデンサの行を充電しても、変形ミラーディスプレイの場

合と異なり、センサコンデンサの顕著な変形は生じない。この効果は、静電力の規模のによるものである。間隔が $h$ の2枚の平行プレート間のユニット領域当たりの静電力は、力/領域 $\sim \epsilon_0 V^2 / 2 h$ と記述される。Vが10Vで $h$ が0.5μmならば、力/領域はおよそ $2 \times 10^{-13}$ ニュートン/μm<sup>2</sup>である。容量性検知における典型的な荷重は、およそ1グラム/μm<sup>2</sup>（即ち、約 $10^9$ ニュートン/μm<sup>2</sup>）である。従って、静電力は測定される典型的な荷重に比べて小さいことは明白であり、コンデンサの設計を適切に行うことによって、静電力による変形は無視できるものとなる。

【0026】センサの前面を「スキン」でカバーして、容量性構造を機械的・化学的損傷から保護するのが好ましい。この保護コーティングは、センサの空間分解能を著しく低下させないような、寸法と物理特性を有するものでなければならない。このように、本発明は、アモルファスシリコン、ポリシリコンなどから成る大規模電子装置を利用した容量性触覚センサアレイを提供する。本発明によるアレイは、高度な空間分解能により接触に関する情報を与えるものであり、コンピュータへの入力装置、対話型メディアの部品、あるいはコンピュータが自然界の状態を知覚するためのインターフェイス（例えば、ロボット工学の場合など）として有効である。

【0027】勿論、本発明による構造は、可撓性のものでも、平坦でないものでもよく、またその双方であってもよい。唯一の実施例に関して本発明を記述してきたが、これについて変更や改変を行い得ることは明らかである。従って、特許請求の範囲は、本発明の精神と範囲に含まれるこれらの変更や改変を包含するものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】圧力を受けていない状態での、本発明のセンサアレイに使用される容量性センサ素子の構造を示す断面図である。

【図2】圧力を受けていない状態での、本発明のセンサアレイに使用される容量性センサ素子の別の構造を示す断面図である。

【図3】圧力を受けていない状態での、本発明のセンサアレイに使用される容量性センサ素子の更に別の構造を示す断面図である。

【図4】本発明のセンサアレイに使用する回路の断面図である。

【図5】図4の回路の作動の一様様を示すタイムチャートである。

【図6】図4の回路の改変を示す回路図である。

#### 【符号の説明】

10 コンデンサプレート

11 誘導体基板

12 大規模電子回路

13 誘導体層

14, 14' 電離層フィルム

(6)

特開平5-215625

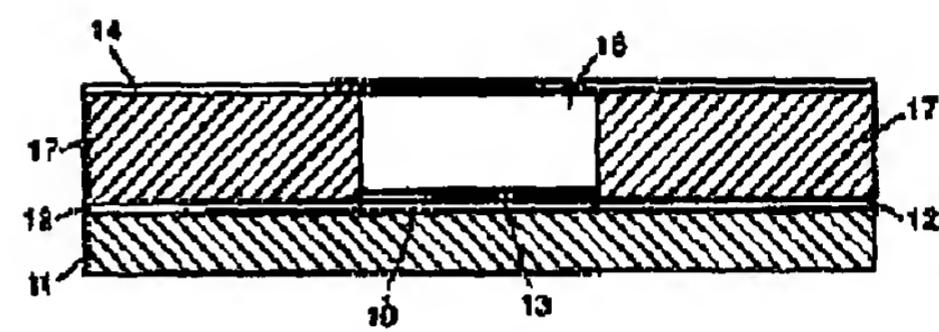
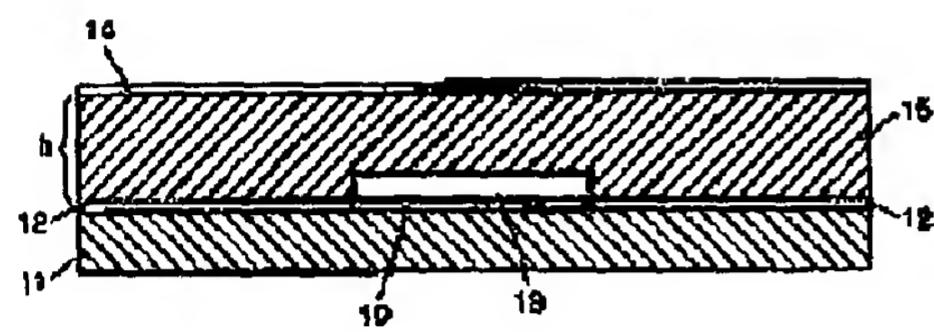
10

- 15 エラストマー材料  
16 空隙層  
17 誘電体材料  
21, 22, 23 行ライン  
24, 25, 27 共通ライン

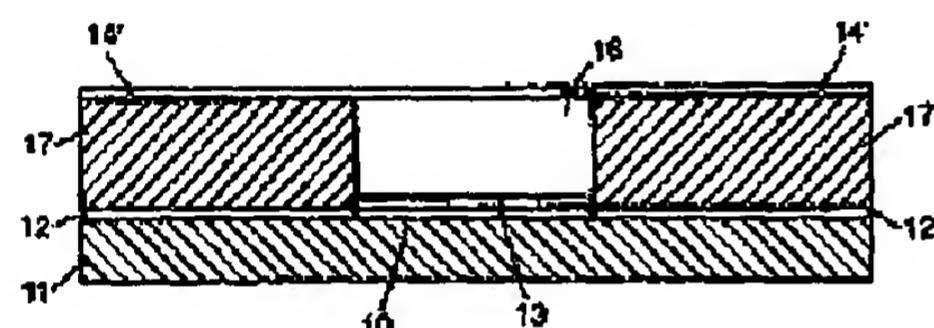
- \* 26 正電圧供給ライン  
30, 31 列ライン  
40, 41, 42, 43 TFT (薄膜トランジスタ)  
50, 51 增幅器  
\* 52, 53 積分コンデンサ

9

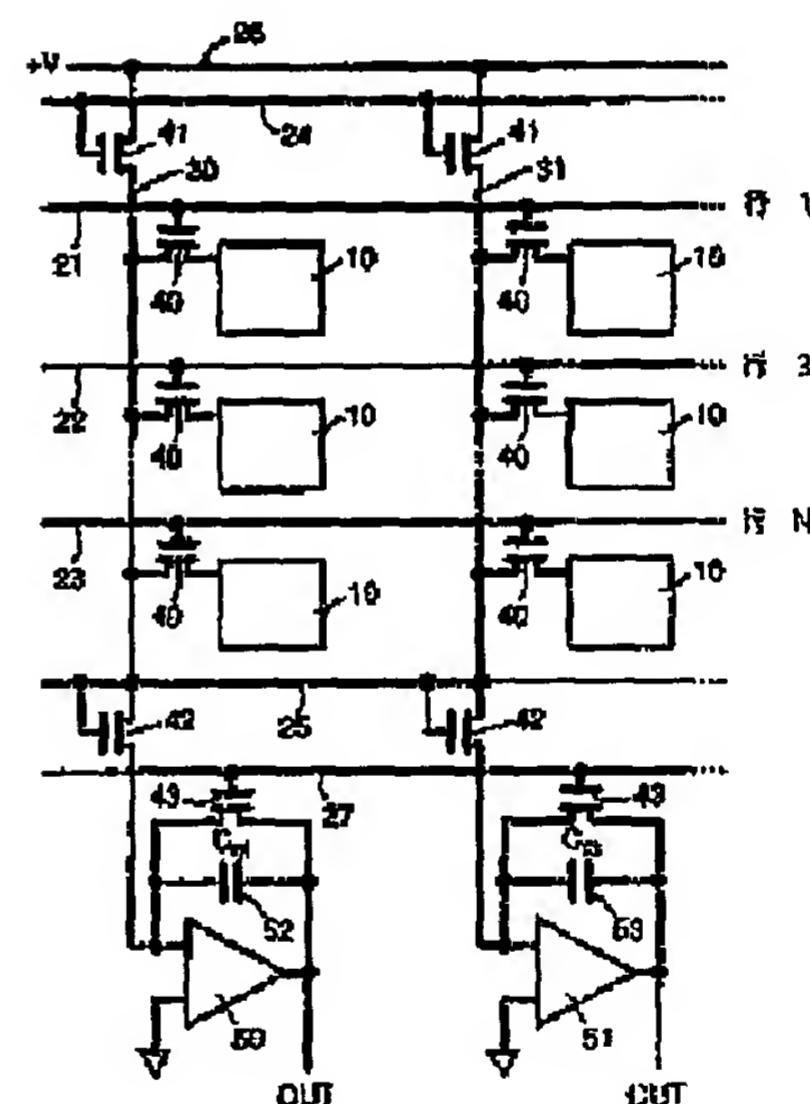
【図1】



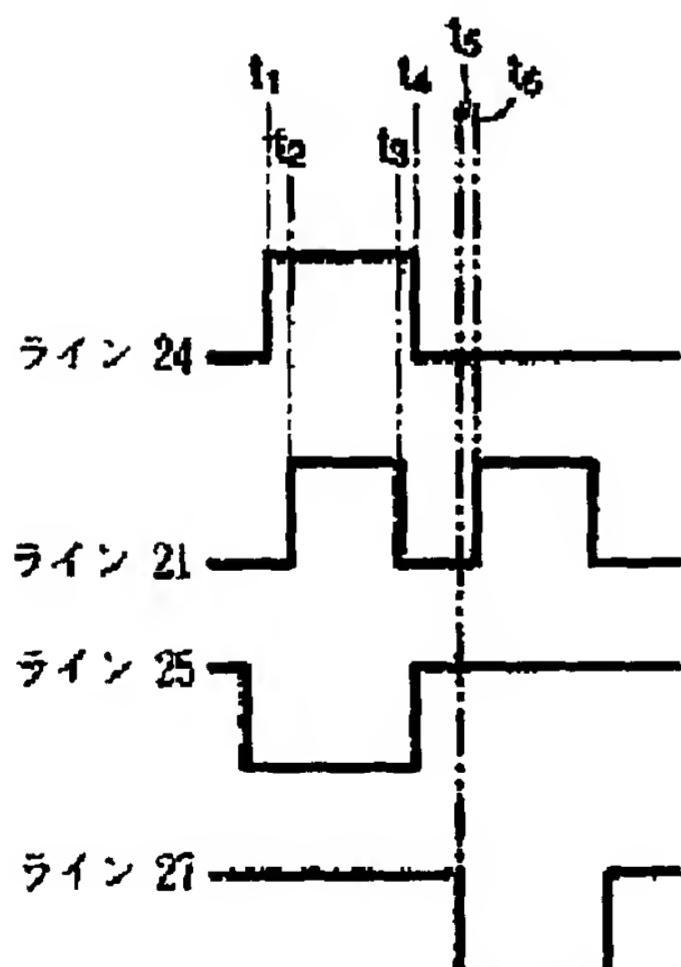
【図3】



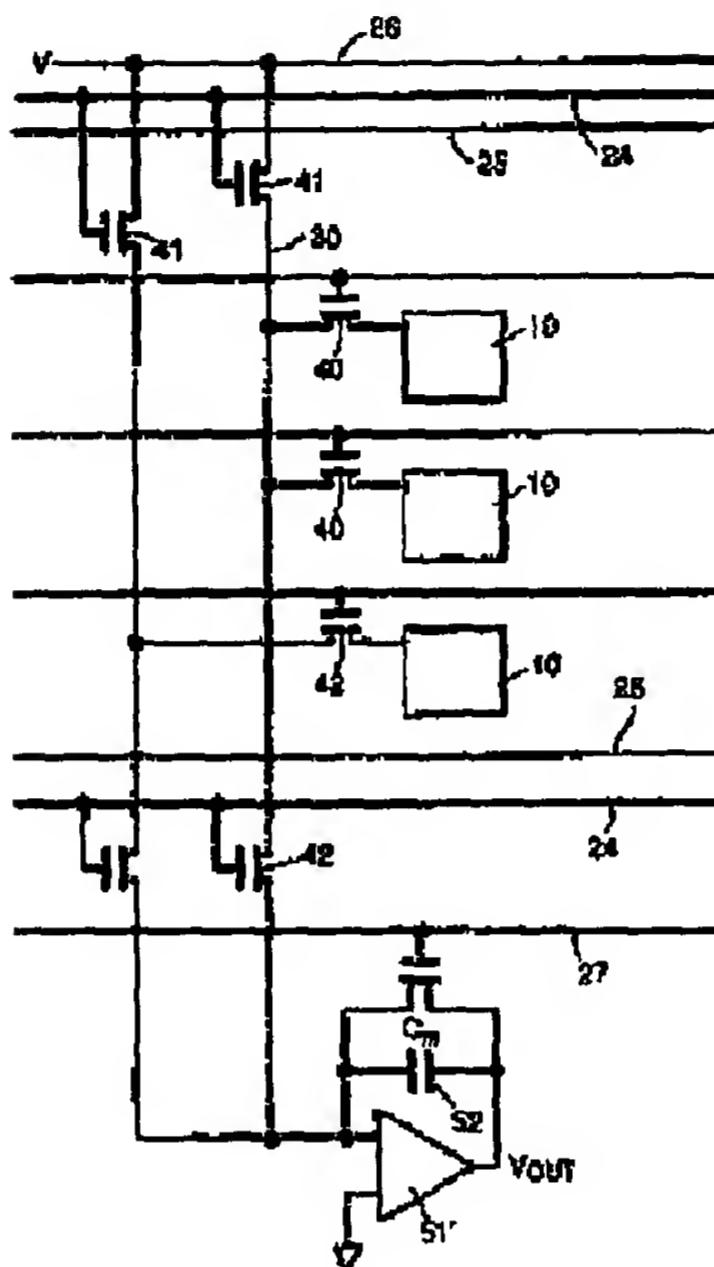
【図4】



【図5】



[図6]



## 【手続補正言】

【提出日】平成4年11月12日

## 【手続補正1】

【補正対象言類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1表面を有する基板と、前記第1表面上に形成された集積電子回路と、前記第1表面から離隔された第2コンデンサ電極手段とを有し、前記回路は、隔壁された複数の第1コンデンサ電板と、入出力端子と、前記第1コンデンサ電極を前記入出力端子にそれぞれ接続する能動電子素子とを有するのもあり、前記第2コンデンサ電極手段は、複数の前記第1コンデンサ電極と整合する導電領域を有し、その間に複数のセンサコンデンサを形成しており、さらに前記第2コンデンサ電極手段に接続された容量供給装置を有するものであることを特徴とする容量性触覚センサアレイ。

## 【手続補正2】

【補正対象言類名】明細書

## 【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0011】図1の配列において、変形可能な薄い導電性フィルム14は、金属被覆されたガラス基板11の上方に間隔りだけ置いて設けられている。フィルム14をプレート10から離隔する技術として、厚さのエラストマー材料をガラス基板11に付着させる方法がある。導電性フィルム14は変形可能であるから、上方からの圧力に応じてガラス基板11の方向に変位したり曲げられたりする。この変形によって、容量は局部的に増加する。この方法で形成されたコンデンサでは、コンデンサの容量は、エラストマーの誘電率に関連する。エラストマーに加えられる圧力によって変形が生じ、この変形によって容量が変化する。プレート10とフィルム14は、整合した長方形状の導電性パッド（空ましくない容量結合を減少する）のアレイに対応したパターンに配置することもできるが、より単純に、フィルム14を連續させて、パターン化しないことも可能である。

## 【手続補正3】

【補正対象言類名】明細書

【補正対象項目名】0013

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0013】更に別の構造では、図3に示すように、図1及び図2に示すブリッジ構造に代えて（プレート10の上方の上側フィルム14はエラストマー15又は空隙層16の上面を「ブリッジ」している）、上側フィルム14'は、空隙層16の領域において片持ち支持されている。即ち、片持ち支持領域に加えられる圧力によって、フィルムはプレート10に向けて下方に曲げられる。この構造においては、プレート10の上に薄い誘電体層13を設けて、接触帶電や化学腐食からプレートを保護するのが望ましい。

## 【手続補正4】

## 【補正対象言類名】明細書

## 【補正対象項目名】0020

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0020】この仮定の下でセンサの容量を測定する装置の本発明による一実施例を、図4に示す。図4は、図1から図3に示す大規模電子回路12に使用される回路の概要図であり、この回路は、ガラスなどの誘電体基板11の上に従来の技術によって設けられている。容量プレート10は、センサの金属被覆された下側プレートを固定する正方形の導電領域として図示されているが、本発明がこの形のコンデンサプレートに限定されるものではないことは明白である。回路は、複数の行ライン21、22、23等及び列ライン30、31等を有する。行ライン21、22、23等は、独立したTFT（薄膜トランジスタ）40のゲートに接続されている。このトランジスタのドレインは、コンデンサプレート10に接続されており、ソースは各列の列ライン30、31に接続されている。列ライン30、31は、独立したTFT41のドレインに接続されている。このトランジスタ41のゲートは、共通ライン24に接続されており、ソースは正電圧供給ライン26に接続されている。さらに、列ライン30、31は、独立したTFT42のソースに接続されており、このトランジスタ42のゲートは共通ライン25に接続されている。トランジスタ42のドレインは、独立した積分増幅器50、51の入力に接続されている。増幅器50、51はそれぞれ、独立したTFT43のソースードレイン間に介在する積分コンデンサ52、53から成るフィードバック回路を有する。このトランジスタ43のゲートは、共通リセットライン27に接続されている。

## 【手続補正5】

## 【補正対象言類名】明細書

## 【補正対象項目名】0023

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0023】図4に示す増幅器50、51は、周知の様

的な構造増幅器であってもよい。このような回路は、シリコンを使用したアレイ上に製造することができる。また、あるいはこの増幅器は、独立した半導体シリコンの回路の一部であってもよい。各列ラインについて独立した増幅器を使用する代わりに、複数の列ラインについて単一の増幅器を用いて、この増幅器によって1行に並んだ各センサセルに順次スイッチングを行うことも可能である（即ち、この場合は、スキャンアレイ構造に類似したものとなる）。しかし、後者の場合には、2次元アレイからのデータの読み取りは比較的遅くなる。

## 【手続補正6】

## 【補正対象言類名】明細書

## 【補正対象項目名】0024

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0024】図6に先の回路の改変を示す。この回路では、ダミーセンサ10'の行が追加されている。このダミーセンサは、荷重を加えない状態では他のセンサと同じ容量であるが、圧力に対して反応しないように製造されている。これは例えば、ダミーセンサのブリッジ厚さを極めて大きくすることによって可能となる。このダミーセンサの行は、図6に示すように、通常のセンサの行が放電する際に、ライン30'とTFT41'を介して電位Vまで充電するように製造されている。また、通常のセンサ10が電位Vまで充電した際には、ダミーセンサ10'は接地電位まで放電する。所定の行において所定の通常のセンサすべてからの電流とそれぞれの同じ列のダミーセンサからの電流とを総和することによって、差分測定が行われる。所定の列における通常のセンサの荷重を加えない状態での容量が、その列におけるダミーセンサの容量に等しい場合には、積分コンデンサ52'の間で読み取られる電位は、アドレスされたセンサの機械的負荷による容量の変化に正比例したものとなる。この差分測定配列は、寄生容量の影響を打ち消すのにも役立つ。

## 【手続補正7】

## 【補正対象言類名】明細書

## 【補正対象項目名】0027

## 【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0027】勿論、本発明による構造は、可撓性のものでも、平坦でないものでもよく、またその双方であってもよい。複数の実施例に關して本発明を記述してきたが、これについて変更や改変を行い得ることは明らかである。従って、特許請求の範囲は、本発明の精神と範囲に含まれるこれらの変更や改変を包含するものである。

## 【手続補正8】

## 【補正対象言類名】図面

## 【補正対象項目名】図4

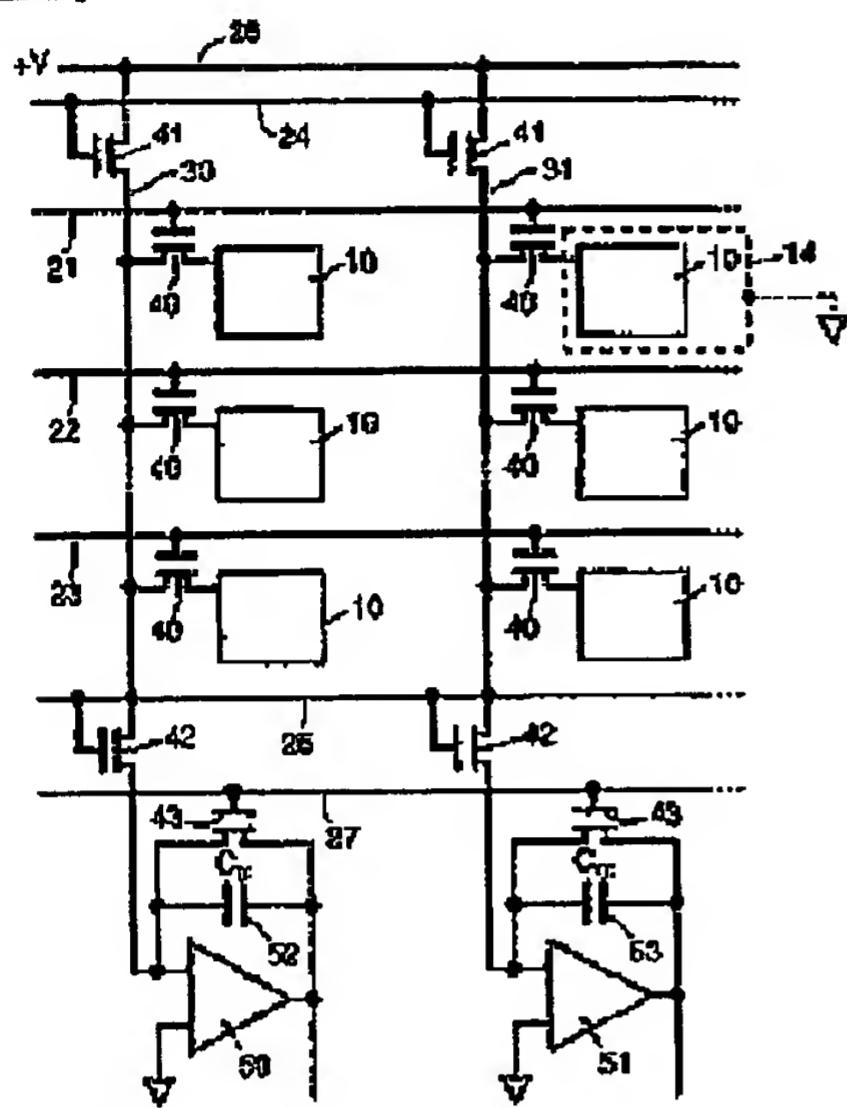
## 【補正方法】変更

(9)

特開平5-215625

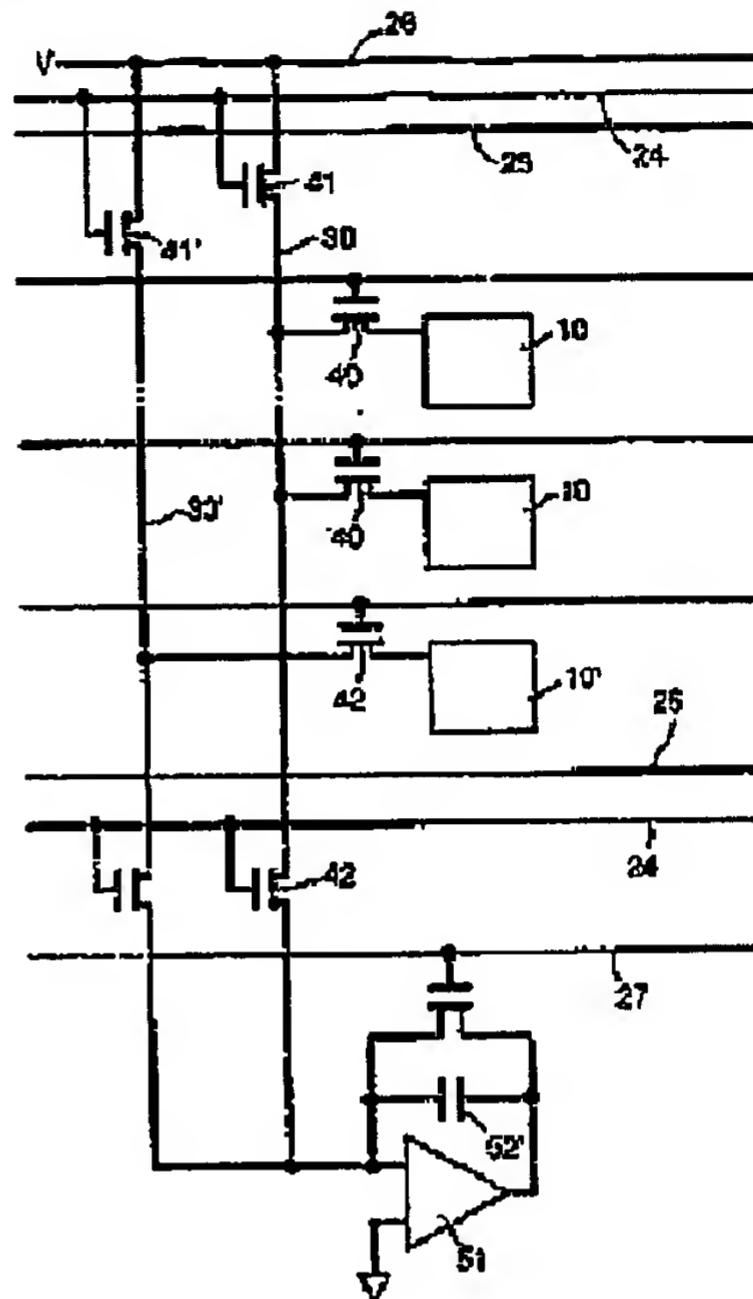
【補正内容】

【図4】



【補正内容】

【図6】



【手続補正9】

【補正対象部類名】図面

【補正対象項目名】図6

【補正方法】変更

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The tactile sensor characterized by having the signal amplifier and signal computing element which have the pressure detecting element which is characterized by providing the following, and which detects a horizontal pressure, and were prepared on the aforementioned semiconductor substrate. The pressure detecting element which detects the vertical pressure which consists of multilayer structure of the conductor film prepared in the upper part of the insulator layer formed on the semiconductor substrate, a piezo-electric-crystal film, and a conductor film. The conductor film prepared in two or more crevices formed in the conductor film and piezo-electric-crystal film which were prepared in the upper part of the insulator layer formed on the aforementioned semiconductor substrate, and this piezo-electric-crystal film.

[Claim 2] The tactile sensor according to claim 1 with which the piezo-electric-crystal film which constitutes the pressure detecting element which detects the pressure of the aforementioned perpendicular direction, and the piezo-electric-crystal film which constitutes the pressure detecting element which detects a horizontal pressure are characterized by being constituted discontinuously.

[Claim 3] The tactile sensor according to claim 1 characterized by consisting of the quality of the materials from which the piezo-electric-crystal film which constitutes the pressure detecting element which detects the pressure of the aforementioned perpendicular direction, and the piezo-electric-crystal film which constitutes the pressure detecting element which detects a horizontal pressure are discontinuous, and differs.

[Claim 4] A tactile sensor given in any 1 term of the claims 1-3 characterized by arranging the pressure detecting element which detects the pressure detecting element and the horizontal pressure which detect the pressure of the aforementioned perpendicular direction a single dimension or in the shape of-dimensional [ 2 ].

[Claim 5] A tactile sensor given in any 1 term of the claims 1-4 characterized by having formed the polyimide insulator layer in the upper part of the pressure detecting element, signal amplifier, and signal computing element which detect the perpendicular direction and the horizontal pressure which were formed on the aforementioned semiconductor substrate, and thin-film-izing a semiconductor substrate.

[Claim 6] A tactile sensor given in any 1 term of the claims 1-5 characterized by having the sensor which detects temperature on the aforementioned semiconductor substrate.

[Claim 7] The aforementioned piezo-electric-crystal film is a tactile sensor given in any 1 term of the claims 1-6 characterized by having the titanic-acid lead zirconate composition specified by the chemical composition of  $Pb(TiX Zr1-X) O_3$  (X in a formula expresses a composition ratio and is the range of 0.2-1.0), and being constituted.

[Claim 8] The aforementioned piezo-electric-crystal film is a tactile sensor given in any 1 term of the claims 1-6 characterized by consisting of piezo electric crystals specified by the chemical composition of  $PbY Sr 1-YO(TiX Zr1-X) 3$  (X in a formula expresses a composition ratio, the range of 0.2-1.0 and Y express a composition ratio, and it is the range of 0.85-1.0).

[Claim 9] The aforementioned temperature detection sensor is a tactile sensor according to claim 6 characterized by consisting of semiconductors specified by the chemical composition of  $BaY Sr 1-YO(TiX Zr1-X) 3$  (X in a formula expresses a composition ratio, the range of 0.2-1.0 and Y express a composition ratio, and it is the range of 0.85-1.0).

[Translation done.]